

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年4月19日 (19.04.2001)

PCT

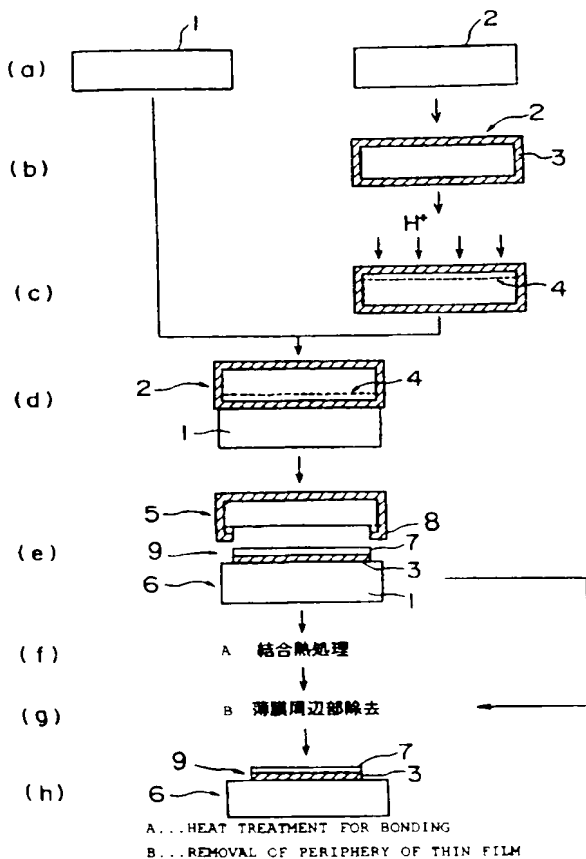
(10) 国際公開番号
WO 01/27999 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 27/12 [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/06795
- (22) 国際出願日: 2000年9月29日 (29.09.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願平 11/292130 1999年10月14日 (14.10.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.)
- (72) 発明者: および
- (73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中野正剛 (NAKANO, Masatake) [JP/JP]; 三谷 清 (MITANI, Kiyoshi) [JP/JP]; 富澤進一 (TOMIZAWA, Shinichi) [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 好宮幹夫 (YOSHIMIYA, Mikio); 〒111-0041 東京都台東区元浅草2丁目6番4号 上野三生ビル4F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: BONDED WAFER PRODUCING METHOD AND BONDED WAFER

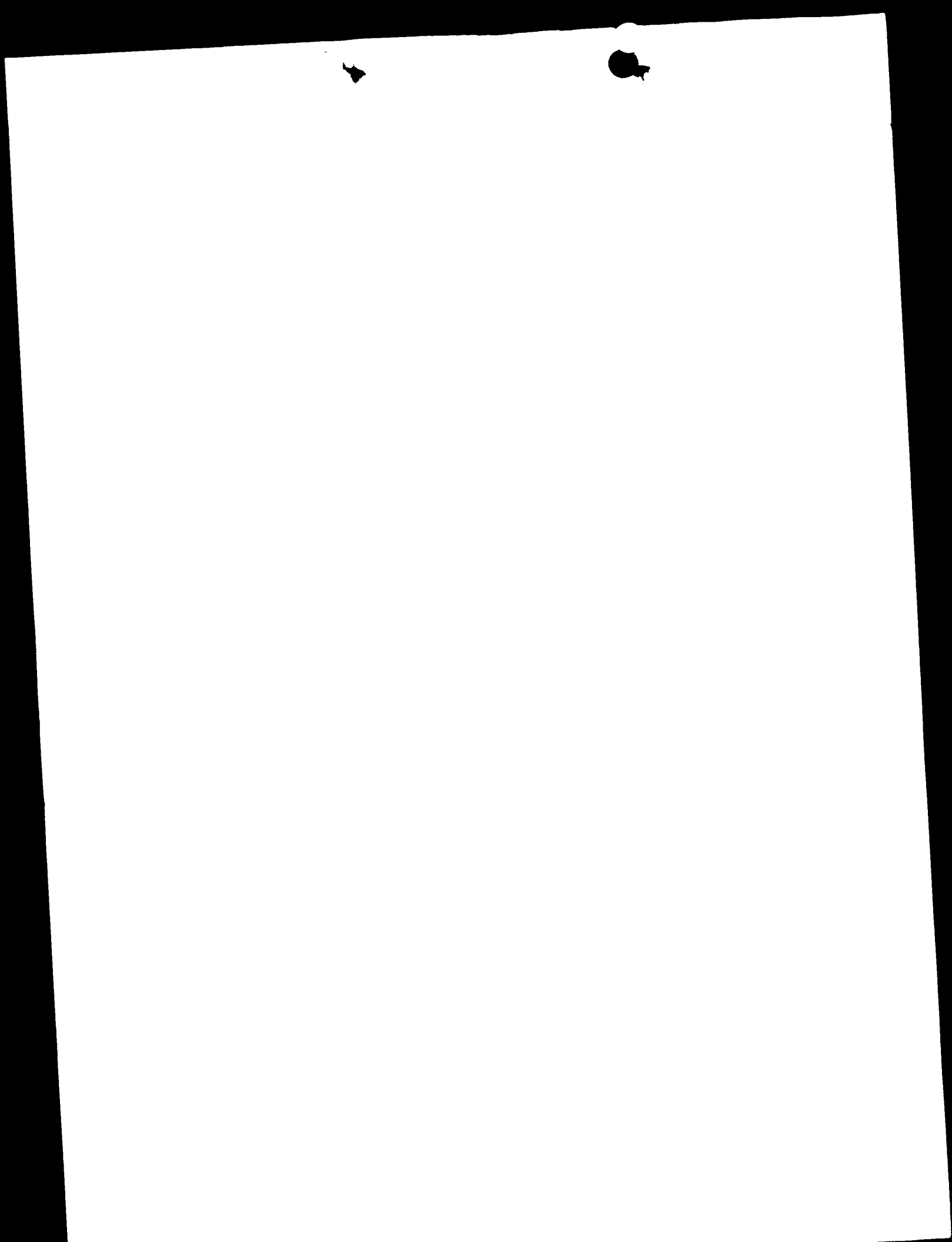
(54) 発明の名称: 貼り合わせウエーハの製造方法及び貼り合わせウエーハ



(57) Abstract: A method of producing bonded wafers by hydrogen ion exfoliation, comprising the steps of bonding a base wafer and a bond wafer having a fine air bubble layer formed by gas ion implantation, and exfoliating the bonded wafer along the fine air bubble layer serving as a boundary, wherein after exfoliation, the periphery of the thin film formed on the wafer is removed. Preferably, the region extending 1 - 5 mm from the outer peripheral end of the base wafer is removed. In producing bonded wafers by hydrogen ion exfoliation, bonded wafers are produced without such a problem as particles emitting from the peripheral portion of the wafer or cracks developing in SOI layers or the like.

[続葉有]

WO 01/27999 A1



明 細 書

貼り合わせウエーハの製造方法及び貼り合わせウエーハ

5 技術分野

本発明は、イオン注入したウエーハを、基板となる他のウエーハと接合した後に剥離して貼り合わせウエーハを製造する、いわゆる水素イオン剥離法（スマートカット法とも呼ばれている）において、剥離後のウエーハ周辺部に発生する不良を低減する方法に関する

10

背景技術

いわゆる貼り合わせ法を用いたS O I（s i l i c o n o n i n s u l a t o r）ウエーハの作製方法として、2枚のシリコンウエーハをシリコン酸化膜を介して貼り合わせる技術、例えば、特公平5-46086号公報に示されている様に、少なくとも一方のウエーハに酸化膜を形成し、接合面に異物を介在させることなく相互に接合させた後、200～1200℃の温度で熱処理して結合強度を高める方法が従来知られている。

20 このような熱処理を行うことにより結合強度が高められた貼り合わせウエーハは、その後の研削研磨工程が可能となるため、素子作製側ウエーハ（ボンドウエーハ）を研削及び研磨により所望の厚さに減厚加工することにより、素子形成を行なうS O I層を形成することができる。

25 上記のようにして作製された貼り合わせS O Iウエーハは、S O I層の結晶性に優れ、S O I層直下に存在する埋め込み酸化膜の信頼性も高いという利点はあるが、研削及び研磨により薄膜化しているため、薄膜化に時間がかかる上、材料が無駄になり、しかも膜厚

均一性は高々目標膜厚 $\pm 0.3 \mu\text{m}$ 程度しか得られなかった。

また、貼り合わせられる2枚の鏡面ウエーハの周辺部には研磨ダレと呼ばれる部分が存在するので、その部分は結合することができず、未結合部分として残ってしまう。このような未結合部分が存在したまま薄膜化を行うと、その薄膜化工程中に未結合部分が剥がれるといった不具合が発生するため、予めこの未結合部分を除去する工程が必要であった（例えば特開平3-250616号公報参照）

一方、近年の半導体デバイスの高集積化、高速度化に伴い、S O I層の厚さは更なる薄膜化と膜厚均一性の向上が要求されており、具体的には $0.1 \pm 0.01 \mu\text{m}$ 程度の膜厚及び膜厚均一性が必要とされている。

このような膜厚及び膜厚均一性をもつ薄膜S O Iウエーハを貼り合わせウエーハで実現するためには、従来の研削・研磨での減厚加工では不可能であるため、新たな薄膜化技術として、特開平5-211128号公報に開示されている水素イオン剥離法と呼ばれる方法が開発された。

この水素イオン剥離法は、2枚のシリコンウエーハのうち少なくとも一方に酸化膜を形成するとともに、一方のシリコンウエーハの上面から水素イオンまたは希ガスイオンを注入し、該シリコンウエーハ（以下、ボンドウエーハということもある）内部に微小気泡層（封入層）を形成させた後、イオン注入面を酸化膜を介して他方のウエーハ（以下、ベースウエーハということもある）と接合させ、その後熱処理（剥離熱処理）を加えて微小気泡層を劈開面（剥離面）としてボンドウエーハを剥離して、薄膜状のシリコン層（S O I層）が形成されたベースウエーハをさらに熱処理（結合熱処理）を加えて強固に結合してS O Iウエーハとする技術である

尚、この水素イオン剥離法は、イオン注入後、酸化膜を介さずに

直接シリコンウエーハ同士を結合することもできるし、シリコンウエーハ同士を結合する場合だけでなく、シリコンウエーハにイオン注入して、石英、炭化珪素、アルミナ等熱膨張係数の異なる絶縁性ウエーハと結合する場合にも用いられる。

5 水素イオン剥離法によれば、剥離面は良好な鏡面であり、例えばS O 1ウエーハを製造する場合、S O 1層の均一性が極めて高いS O 1ウエーハが比較的容易に得られる上、剥離した後のボンドウエーハ（以下剥離ウエーハと呼ぶことがある）を再利用できるので、材料を有効に使用できるという利点を有する。

10 また、剥離する際には、周縁部の未結合部分は剥離ウエーハに残るので、前記特開平3-250616号公報に開示されているようなウエーハ周縁部の未結合部分を除去する工程が不要になるという利点も有しており、これはS O 1層の膜厚均一性、材料のリサイクルという利点と並び、水素イオン剥離法の重要な利点の一つであった。

15 実際に水素イオン剥離法により製造されたS O 1ウエーハの周縁部を観察すると、ベースウエーハの外周端から内側の約1mmの領域にS O 1層の外周端が位置していることがわかる。これは、結合した両ウエーハの外周部の研磨ダレの影響により、外周端から約1
20 mmの領域が結合されずに剥離したものである。

 なお、この外周端からの未結合幅は、研磨ダレの大きさに依存するが、通常のシリコン鏡面研磨ウエーハを用いた場合、大抵約1mm程度であり、最大でも2mm程度であることがわかっている。

25 ところが、水素イオン剥離法により上記のように作製したS O 1ウエーハを用いて、種々の熱処理工程、洗浄工程、デバイス作製工程等を行っていると、発生頻度は低いものの、このウエーハの周辺部からパーティクルが発生したり、S O 1層にクラックが入るといった問題が発生することになってきた。このようなパーティクル

やクラック等が発生すると、S O I ウェーハを用いたデバイス作製工程において、歩留り低下や特性劣化を引き起こすため、極力避けなければならない。

前記のようなパーティクルやクラック等の発生の原因としては、

- 5 次のようなことが考えられる。すなわち、水素イオン剥離法により作製された貼り合わせウェーハの周辺部は、未結合部分が無く、物理的には結合しているが、結合前のウェーハの周縁部のダレに起因して、ウェーハ中央部に比べて結合強度が必ずしも十分ではない。したがって、剥離後の種々の熱処理工程、洗浄工程、デバイス作製
- 10 工程等において、このウェーハの結合強度の十分でない周辺部からパーティクルが発生したり、S O I 層にクラックが入ると考えられる。

- なお、このような問題は、酸化膜を介してシリコンウェーハ同士を結合したS O I ウェーハに限らず、水素イオン剥離法により製造
- 15 された貼り合わせウェーハ全般、例えば、前記したような石英、炭化珪素、アルミナ等の絶縁性ウェーハをベースウェーハとしたS O I ウェーハ、あるいは酸化膜を介さずに直接シリコンウェーハ同士を結合した貼り合わせウェーハにも共通した問題である。

20 発明の開示

以上のような問題に鑑み、本発明は、水素イオン剥離法により貼り合わせウェーハを製造するに際し、該ウェーハの周辺部からパーティクルが発生したり、S O I 層等にクラックが入るといった問題が生じない貼り合わせウェーハを製造することを目的とする。

- 25 前記目的を達成するため、本発明によれば、少なくとも、ベースウェーハとガスイサンの注入により形成された微小気泡層を有するボンドウェーハとを接合する工程と、前記微小気泡層を境界として剥離する工程とを含む水素イオン剥離法により貼り合わせウェーハ

を製造する方法において、剥離工程後、ベースウエーハ上に形成された薄膜の周辺部を除去することを特徴とする貼り合わせウエーハの製造方法が提供される。

5 このように、水素イオン剥離法により貼り合わせウエーハを製造する方法において、剥離工程後、ベースウエーハ上に形成された薄膜の結合強度が不十分な周辺部を除去することで、全体的に結合強度が十分な貼り合わせウエーハとすることができ、ディスプレイ作製工程等において、薄膜の周辺部からパーティクルが発生したり、薄膜にクラックが入るといった問題を防止することができる。

10 また、本発明では、前記薄膜は、少なくともS O I層を有することを特徴とする貼り合わせウエーハの製造方法が提供される。

このように、ベースウエーハ上に形成された薄膜がS O I層またはS O I層と酸化膜等の絶縁膜からなる貼り合わせS O Iウエーハである場合、剥離工程後、ベースウエーハ上に形成された少なくとも
15 もS O I層の周辺部を除去することで、ウエーハの周辺部からパーティクルが発生したり、S O I層にクラックが入ることのないS O Iウエーハを提供することができる。

前記のように薄膜の周辺部を除去する場合、ベースウエーハの外周端から1～5 mmまでの領域を除去することが好ましい。

20 また、ベースウエーハ上に形成された薄膜が少なくともS O I層を有する貼り合わせS O Iウエーハである場合、前記薄膜の周辺部の除去は、ベースウエーハの外周端から1～5 mmまでの領域において、少なくともS O I層を除去することにより行うことが好ましい。

25 薄膜のうち、ベースウエーハとの結合強度が不十分な部分は、通常この範囲内の領域にあるため、薄膜周辺部のこの部分を強制的に除去することで、結合強度が不十分な部分を確実に取り除くことができ、薄膜全体がベースウエーハと強固に結合した貼り合わせウエーハ

ーハを得ることができる。

前記薄膜の周辺部の除去は、少なくとも除去される周辺部以外の上面をマスクしてウエーハをエッチングすることにより行うことができる。

- 5 このような方法によりエッチングを行うことで、薄膜の周辺部の除去を簡単かつ確実に行うことができる。

- また、他の方法としては、少なくとも除去される周辺部が露出するように複数のウエーハを重ねて一体的に保持してエッチングすることにより薄膜の周辺部を除去することもできる。このような方法
10 によれば、多数のウエーハを同時にエッチングすることができ、薄膜の周辺部を効率的に除去することができる。

さらに、前記薄膜の周辺部の除去は、周辺部のみを研磨することにより行うことができる。このような周辺部のみの研磨によっても薄膜の周辺部の除去を簡単かつ確実に行うことができる。

- 15 さらに本発明によれば、水素イオン剝離法により製造された貼り合わせウエーハであって、ベースウエーハ上に形成された薄膜が、ベースウエーハの外周端から1～5 mmまでの領域において除去されていることを特徴とする貼り合わせウエーハが提供される。

- このような貼り合わせウエーハは、前記本発明に係る製造方法により製造することができ、このウエーハの周辺部からパーティクルが発生したり、薄膜にクラックが入るといった問題はない。
20

- また、本発明によれば、前記薄膜がS O I層を有し、少なくとも該S O I層が、ベースウエーハの外周端から1～5 mmまでの領域において除去されていることを特徴とする貼り合わせウエーハが提
25 供される。

このように、S O I層の周辺部がベースウエーハの外周端から上記範囲の領域において除去されている貼り合わせS O Iウエーハは、近年の高集積化、高速度化半導体デバイスに対応した膜厚及び膜

厚均一性を有している上、S O I層が全体にわたって十分な結合強度でベースウエーハと結合されているので、デバイス作製工程等において、該ウエーハの周辺部からパーティクルが発生したり、S O I層にクラックが入るといった問題もほとんどなくなる。

- 5 以上説明したように、本発明では、水素イオン剥離法により貼り合わせウエーハを製造する際、剥離工程後、ベースウエーハ上に形成されたS O I層等の薄膜の周辺部を除去することによって、結合強度の十分でない領域をなくし、ウエーハ全体にわたって薄膜の結合強度が十分な貼り合わせウエーハを提供することができる。

- 10 このような貼り合わせウエーハは、その後の洗浄工程やデバイス作製工程において薄膜周辺等からパーティクルが生じたり、あるいは薄膜にクラックが生じることほとんど無いため、特性劣化も大幅に減少すると共に、歩留りが向上する利点がある。

15 図面の簡単な説明

図1 (a) ~ (h) は、本発明の水素イオン剥離法によるS O Iウエーハの製造工程の一例を示すフロー図である。

図2 は、本発明によるウエーハの薄膜の周辺部をエッチングする方法の一例を示す概略図である。

- 20 図3 は、本発明によるウエーハの薄膜の周辺部を研磨により除去する方法の一例を示す概略図である。

図4 は、本発明によるウエーハの薄膜の周辺部を研磨により除去する方法の他の一例を示す概略図である。

- 25 図5 は、本発明によるウエーハの薄膜の周辺部を研磨により除去する方法の他の一例を示す概略図である。

図6 は、本発明によるウエーハの薄膜の周辺部を研磨により除去する方法の他の一例を示す概略図である。

図7 は、本発明によるウエーハの薄膜の周辺部を研磨により除去

する方法の他の一例を示す概略図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明するが、本

5 発明はこれらに限定されるものではない。

ここで、図1は本発明に係る水素イオン剥離法により、貼り合わせウエーハの一態様であるSOIウエーハを製造する工程の一例を示すフロー図である。

以下、2枚のシリコンウエーハを酸化膜を介して結合し、SOI
10 ウエーハを製造する場合を中心に本発明を説明する。

まず、図1の水素イオン剥離法において、工程(a)では、2枚のシリコン鏡面ウエーハを準備するものであり、デバイスの仕様に合った基台となるベースウエーハ1とSOI層となるボンドウエーハ2を準備する。

15 次に工程(b)では、そのうちの少なくとも一方のウエーハ、ここではボンドウエーハ2を熱酸化し、その表面に約 $0.1\mu\text{m}\sim 2.0\mu\text{m}$ 厚の酸化膜3を形成する。

工程(c)では、表面に酸化膜を形成したボンドウエーハ2の片面に対して水素イオンまたは希ガスイオンのうち少なくとも一方、
20 ここでは水素イオンを注入し、イオンの平均進入深さにおいて表面に平行な微小気泡層(封入層)4を形成させるもので、この注入温度は $25\sim 450^{\circ}\text{C}$ が好ましい。

工程(d)は、水素イオン注入したボンドウエーハ2の水素イオン注入面に、ベースウエーハ1を酸化膜を介して重ね合せて接合させる工程であり、常温の清浄な雰囲気下で2枚のウエーハの表面同士を接触させることにより、接着剤等を用いることなくウエーハ同士が接着する
25

次に、工程(e)は、封入層4を境界として剥離することによ

て、剥離ウエーハ５と、ベースウエーハ１上に酸化膜３を介してＳ
Ｏ２層７が形成されたＳＯ２ウエーハ６に分離する剥離工程で、例
えば不活性ガス雰囲気下約５００℃以上の温度で熱処理を加えれば
、結晶の再配列と気泡の凝集とによって剥離ウエーハ５とＳＯ２ウ
エーハ６（ＳＯ２層７＋酸化膜３）ベースウエーハ１）に分離され
る。このとき、図１にも示されているように、酸化膜３とＳＯ２層
７の周縁部の未結合部分８（ベースウエーハ１の外周端から約１ｍ
ｍ、最大でも２ｍｍ程度の領域）は、剥離ウエーハ５に残り、ベ
ースウエーハ１と結合している部分だけが薄膜９（ＳＯ２層７＋酸化
10 膜３）としてベースウエーハ１上に形成される。

本発明では、剥離工程（ｅ）後、ベースウエーハ１と結合力が十
分でない薄膜９の周辺部、つまりこの場合では、ＳＯ２層７、ある
いはさらに酸化膜３の周辺部を除去することを特徴としている。し
かし、その前に、工程（ｄ）、（ｅ）の接合工程および剥離工程で結
15 合させたウエーハ同士の結合力では、そのままデバイス作製工程で
使用するには弱いので、結合熱処理としてＳＯ２ウエーハ６に高温
の熱処理を施して結合強度を十分なものとする。この熱処理は例え
ば不活性ガス雰囲気または酸化性ガス雰囲気下、１０５０℃～１２
００℃で３０分から２時間の範囲で行うことが好ましい。なお、こ
20 のような結合熱処理工程（ｆ）は、後述する薄膜周辺部の除去後
に行っても構わないし、剥離工程（ｅ）の熱処理温度を上げることに
よって省略することも可能である。

以上のように必要に応じて結合熱処理工程（ｆ）を先に行った後
、次いで、薄膜周辺部除去工程（ｇ）として、ベースウエーハ１と
25 結合力が十分でない薄膜９の周辺部、つまりこの場合では、ＳＯ２
層７、あるいはさらに酸化膜３の周辺部を除去する。結合力が十分
でない周辺部は、通常、ベースウエーハ１の外周端から１～５ｍｍ
までの領域に存在しているため、この領域の部分を除き、この領域

好ましい。ただし、除去する領域を必要以上に多くとると、その分
S O I 層表面の素子形成領域が減少するので、剥離工程 (e) ある
いは結合熱処理工程 (f) において薄膜 9 (S O I 層 7、または S
O I 層 7 + 酸化膜 3) とベースウエーハ 1 との結合強度を全体的に
5 できるだけ高いものとし、薄膜周辺部除去工程 (g) で除去する領
域をベースウエーハ 1 の外周端から 3 m m 以内とすることがより好
ましい。

なお、ベースウエーハの外周端から 1 m m 以内の領域に関しては
、前述したように未結合部分 8 であるため、剥離工程 (e) の際、
10 通常剥離ウエーハとともに剥離されている。しかしながら、もし
剥離工程 (e) 後、この領域にも薄膜が残留している場合があつて
も、本発明では薄膜周辺部除去工程 (g) において合わせて除去す
ることができる。

薄膜の周辺部の除去方法としては、少なくとも除去される周辺部
15 以外の上面をマスクしてウエーハをエッチングすることにより行う
ことができる。例えばベースウエーハの外周端から 3 m m までの領
域において S O I 層だけを除去する場合、S O I 層の上面に、除去
される周辺部分だけが露出するようにマスキングテープを貼着し、
混酸 (フッ酸と硝酸の混合物) 等の酸エッチング液、あるいは水酸
20 化カリウムや水酸化ナトリウム等の強アルカリエッチング液中に所
定時間だけ浸漬する。これにより、マスキングテープで覆われてい
ない S O I 層の周辺部がエッチングされて除去される。

また、さらに酸化膜も除去する場合には、強アルカリエッチング
液では、酸化膜は S O I 層よりエッチングされ難いため、浸漬時間
25 を長くするか、あるいは酸化膜に対する作用が強い強酸を主剤とす
るエッチング液を用いて酸化膜を除去することができる。

なお、マスキングテープの材質としては、用いるエッチング液の
作用を受けないものであれば全て使用でき、具体的にはフッ素樹脂

、ポリエチレン等の材質からなるものを使用できる。また、マス
キングテープでマスクする以外にも、耐蝕性の高いフッ素、その他
の高分子有機化合物等からなる被膜をマスク部位に形成してエッチ
ングを行うこともできる。このようにマスクしてエッチングを行い
5、所望の領域の周辺部を除去した後は、マスクに使用したマス
キングテープ等を剥離する。

マスクングテープを用いる代わりに、フォトレジストを上面に塗
布して露光し、周辺部以外の上面をマスクすることも可能である。
フォトレジストは酸化性雰囲気で結合熱処理を行った後の酸化膜上
10に塗布し、周辺部以外の上面をマスクして、周辺部の酸化膜をフッ
酸で除去する。これによりフォトレジストによりマスクされた部分
には酸化膜が残るので、この酸化膜をマスクとしてアルカリエッチ
ングを行うことで薄膜の周辺部のみを除去することが可能となる。

薄膜の周辺部の除去方法としては、上記のように、少なくとも除
15去される周辺部以外の上面をマスクしてウエーハをエッチングする
ことのほか、少なくとも除去される周辺部が露出するように複数の
ウエーハを重ねて一体的に保持してエッチングすることにより行う
こともできる。

例えば、図2に示すように、2つのSOIウエーハ6のSOI層
207同士を向かい合わせて重ねたものを1組とし、さらにこのような
組を複数重ね合わせたものの両端を円柱治具等（図示せず）でスタ
ックした状態でエッチングを行う。このとき、SOI層7の主表面
は互いに重なってマスクされた状態となっておりと同時に、側面（
周辺部）はエッチング液10にさらされているため、SOI層7、
25あるいは酸化膜3も側面からエッチングされ、所望の領域まで除去
することができる。

エッチングする際、ウエーハ全体をエッチング液に浸漬するよう
にしてもよいが、除去する周辺部のみ、あるいはその近辺のみをエ

ッティング液にさらせば確実にエッチングを行うことができる。従って、例えば、図2に示すように、円柱治具でスタックしたウエーハ6を、該ウエーハ6の周辺部だけが常にエッチング液10に触れるように円柱治具（図示せず）を回転させれば良い。

- 5 なお、上記のようにスタックしてエッチングをする場合、ウエーハ間にスパーサ等を介しても良く、また、前記マスキングテープ等を用い、除去する周辺部以外をマスクする方法と組み合わせてエッチングを行うこともできる。このようにすれば、S O I 層の主表面は確実にマスクされ、ウエーハ間からしみ込んだエッチング液によ
- 10 り侵されるようなこともない。

- 以上のような方法により、S O I 層、あるいは酸化膜も、それらの周辺部の結合強度が十分でない領域を除去することができる。ただし、ベースウエーハがシリコンウエーハである場合には、該ウエーハも同時にエッチングされてしまう場合があるので、それを防ぐ
- 15 必要があれば、S O I 層のマスクに使用する前記マスキングテープ、ワックス等を、ベースウエーハのエッチング液に露出する部分にも予め適用してからエッチングを行うことができる。あるいは、ベースウエーハとして、予め酸化膜が全面に形成されたウエーハを用いてS O I ウエーハを製造すれば、酸化膜がマスクとして作用し、
- 20 ベースウエーハがエッチングされるのを抑制することができる。ただし、図1の(f)結合熱処理を行う場合は、ベースウエーハ上にも酸化膜を形成することが可能であるので、これを利用することもできる。

- S O I ウエーハに関しては、以上のようにエッチング処理を施す
- 25 ことでベースウエーハ上に形成された薄膜のうち、少なくともS O I 層の周辺部を除去することができ、このようにして得られたS O I ウエーハは、結合強度が不十分な周辺部が除去されているため、その後の洗浄工程やデバイス作製工程において薄膜が剥がれてバ

チンケルが発生したり、S O I 層等にクラックが入るといった問題もほとんど起こらない。したがって、特性劣化が大幅に減り、それと共に、歩留りが向上する。

前記薄膜の周辺部除去は、周辺部のみを研磨することにより行

5 うことができる。

図 3～図 7 は、周辺部の除去を研磨によって行う場合の側面から見た説明図である。

図 3 は、円形に切断した研磨布 2 3 を周辺部の上方から S O I ウエーハ 6 に押し当てて研磨を行う方法を示している。S O I ウエーハ 6 を真空吸着等によりウエーハ保持盤 2 1 に保持し、不図示のモーター等によりウエーハ保持盤 2 1 を回転させる。円形に切断された研磨布 2 3 を貼着した定盤 2 2 を不図示のモーター等により S O I ウエーハ 6 の主面に対して垂直方向の軸を中心として回転させる。研磨布 2 3 の端部が S O I ウエーハ 6 の外周端から所望の距離、すなわち外周端から 1 ～ 5 m m となるように調整し、ウエーハ 6 の周辺部にコロイダルシリカとアルカリまたはアミンを主成分とする研磨剤を供給しながら、研磨布 2 3 を S O I ウエーハ 6 の周辺部に押圧して研磨を行う。

図 4 は、カップ状に形成した定盤 2 2 に、内側（内径）が S O I ウエーハ 6 の外周端から 1 ～ 5 m m となるような、すなわち、内径がベースウエーハの直径より 2 ～ 1 0 m m 小さく、外径がベースウエーハの直径と等しいかそれより大きいリング状とした研磨布 2 3 を貼着し、定盤 2 2 の回転軸を S O I ウエーハ 6 の回転軸と一致させて S O I ウエーハ 6 の周辺部に上方から押し当てて研磨する方法を示している。

図 5 は、円形あるいは厚さが薄い円筒形に切断した研磨布（カップ）2 3 の端部を、S O I ウエーハ 6 の主面に対して平行な軸を中心として回転させながら（すなわち、側面から）S O I ウエーハ 6 の

周辺部に押し当てて研磨する方法を示している。

図 6 は、円筒形の研磨布（パフ）23 を S O I ウエーハ 6 の主面に対して平行な軸を中心として回転させながら上方から S O I ウエーハ 6 の周辺部に押し当てて研磨する方法を示している。

- 5 図 7 は、円筒形の研磨布（パフ）23 の側面に所望の深さの溝 24 を形成した研磨布を用い、この円筒形の研磨布 23 を S O I ウエーハ 6 の主面に対して垂直方向の軸を中心として回転させながら、S O I ウエーハ 6 の周辺部に溝 24 の上面を押し当てて研磨する方法を示している。

- 10 研磨布としては、シリコンウエーハの研磨に通常用いられている発泡ポリウレタン、ポリウレタンを不織布に含浸させたもの等を用いることができる。

- また、研磨に際しては、研磨剤に含まれるアルカリあるいはアミンがシリコンに対してエッチング作用があるため、研磨剤はできるだけ周辺部のみに供給することが好ましい。研磨剤が周辺部以外に
15 触れることを防止するために、ウエーハの中心部に純水を供給し遠心力によって純水がウエーハの周辺部以外の部分を覆うようにすることも可能である。

- 上記実施態様では、2 枚のシリコンウエーハを用い、そのうちの
20 1 枚のシリコンウエーハ（ベースウエーハ）上に酸化膜を介して S O I 層が形成されてなる S O I ウエーハについて説明したが、本発明はこれに限定されず、水素イオン剥離法により製造される貼り合わせウエーハ全てに適用できる。

- 例えば前記したように、イオン注入したシリコンウエーハ（ボン
25 ドウエーハ）を、石英、炭化珪素、アルミナ等の熱膨張係数の異なる絶縁性ウエーハ（ベースウエーハ）と結合した S O I ウエーハの場合、絶縁性ウエーハ上には薄いシリコン層（S O I 層）が形成されるが、この場合にも、剥離熱処理後、S O I 層の周辺部には結合

強度が十分でない領域が存在するので、その周辺部、具体的にはベースウエーハの外周端から1～5 mmまでの領域を除去することによって、S O I層が絶縁性ウエーハに全体にわたって強固に結合したS O Iウエーハを得ることができ

- 5 また、酸化膜を介さずに直接シリコンウエーハ同士を結合して得られる貼り合わせウエーハの場合には、薄いシリコン層がシリコンウエーハ上に形成されたものとなり、この場合も本発明に従ってシリコン層の周辺部の結合強度が十分でない領域を除去すれば、シリコンウエーハと全体的に強固に結合したシリコン層だけが残存し、
- 10 その後の洗浄工程やデバイス作製工程等でウエーハ周辺部からのパーティクルの発生やシリコン層のクラックの発生を防ぐことができる。

- なお、水素イオン剥離法により製造される前記いずれの貼り合わせウエーハにおいても、ベースウエーハ上に形成された薄層の周辺部を除
- 15 去する方法としては、前記したように、少なくとも除去される周辺部以外の上面をマスクしてウエーハをエッチングするか、あるいは少なくとも除去される周辺部が露出するように複数のウエーハを重ねて一体的に保持してエッチングすることにより行うことができる。さらに、薄層の周辺部のみを研磨することにより除去して
- 20 もよい。

 なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

請 求 の 範 囲

1. 少なくとも、ベースウエーハとガスイオンの注入により形成された微小気泡層を有するボンドウエーハとを接合する工程と、前記
- 5 微小気泡層を境界として剥離する工程とを含む水素イオン剥離法により貼り合わせウエーハを製造する方法において、剥離工程後、ベースウエーハ上に形成された薄膜の周辺部を除去することを特徴とする貼り合わせウエーハの製造方法。
- 10 2. 前記薄膜は、少なくともS O I層を有することを特徴とする請求項1に記載の製造方法。
3. 前記薄膜の周辺部の除去は、ベースウエーハの外周端から1～5 m mまでの領域を除去することにより行うことを特徴とする請求
- 15 項1または請求項2に記載の製造方法。
4. 前記薄膜の周辺部の除去は、ベースウエーハの外周端から1～5 m mまでの領域において、少なくともS O I層を除去することにより行うことを特徴とする請求項2に記載の製造方法。
- 20 5. 前記薄膜の周辺部の除去は、少なくとも除去される周辺部以外の上面をマスクしてウエーハをエッチングすることにより行うことを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか一項に記載の製造方法。
- 25 6. 前記薄膜の周辺部の除去は、少なくとも除去される周辺部が露出するように複数のウエーハを重ねて一体的に保持してエッチングすることにより行うことを特徴とする請求項1ないし請求項5のい

すれか一項に記載の製造方法

7. 前記薄膜の周辺部の除去は、周辺部のみを研磨することにより行うことを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか一項に記載

5. 記載の製造方法

8. 水素イオン剥離法により製造された貼り合わせウエーハであって、ベースウエーハ上に形成された薄膜が、ベースウエーハの外周端から1～5mmまでの領域において除去されていることを特徴と

10. する貼り合わせウエーハ。

9. 前記薄膜がSOI層を有し、少なくとも該SOI層が、ベースウエーハの外周端から1～5mmまでの領域において除去されていることを特徴とする請求項8に記載の貼り合わせウエーハ。



1 / 5

図 1

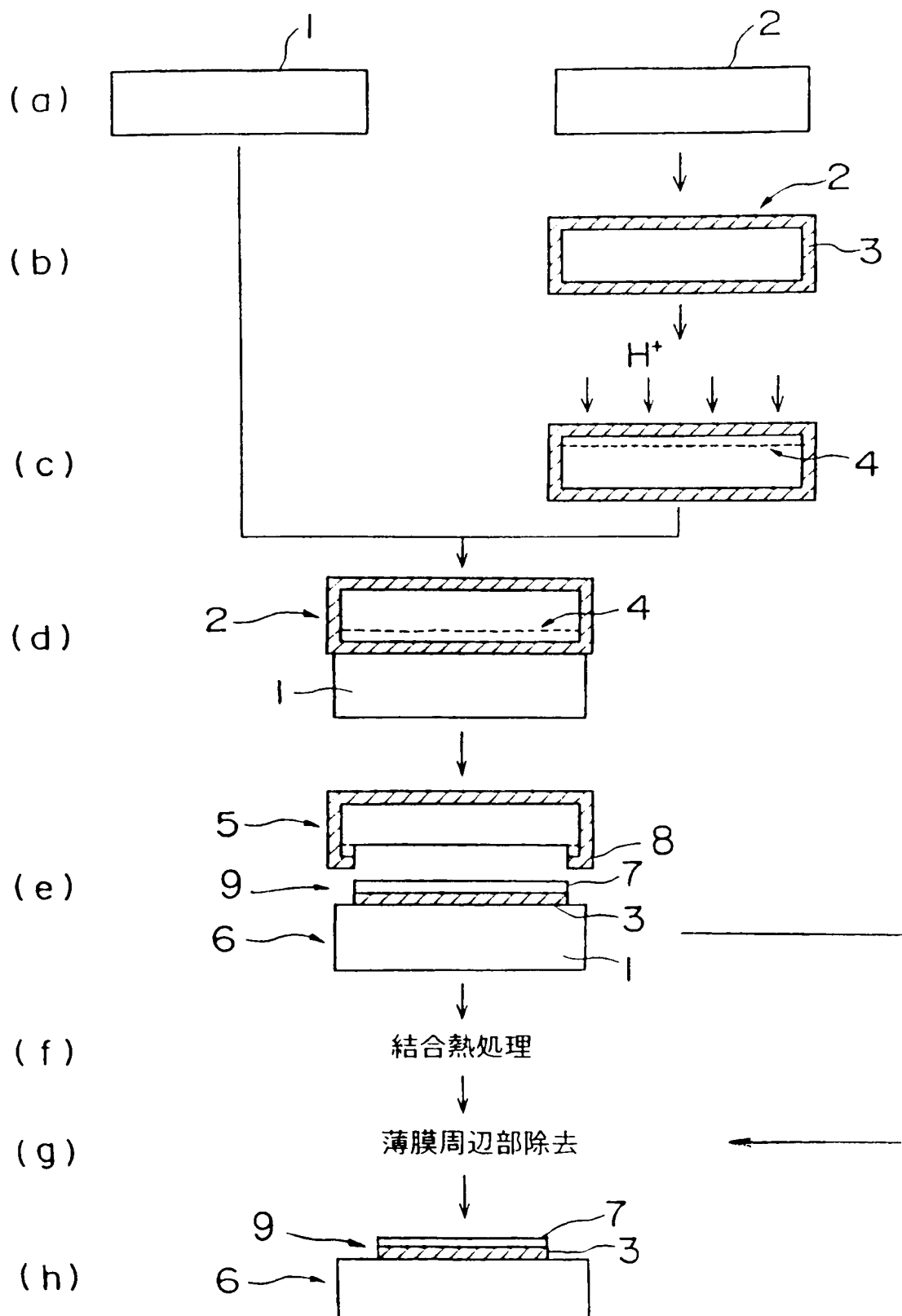
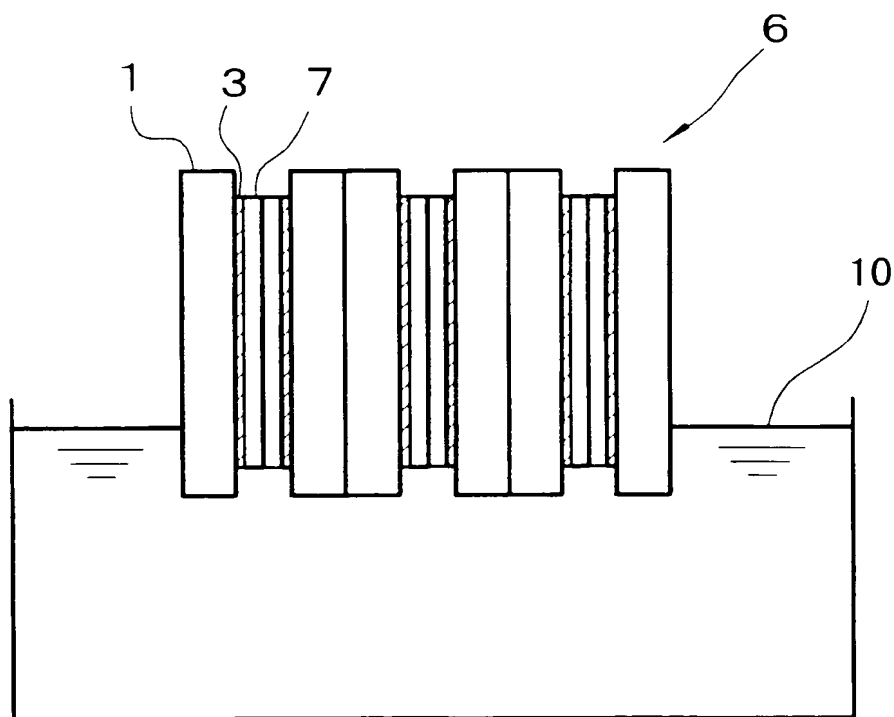




図 2





3/5

図3

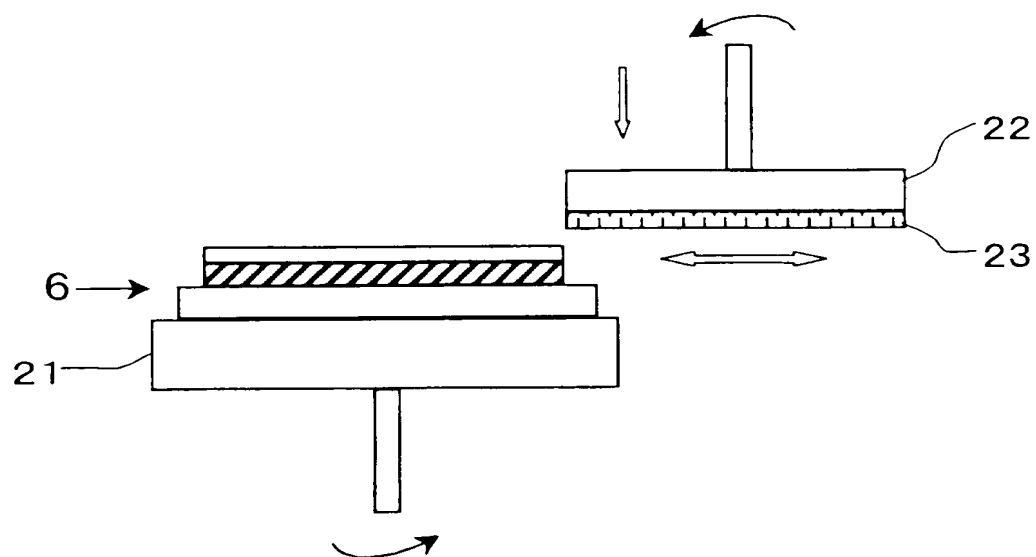
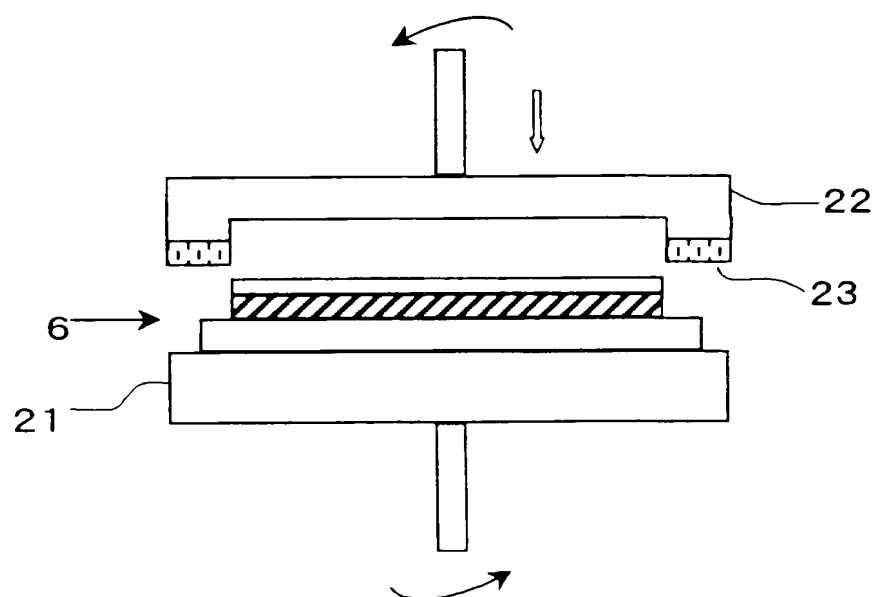
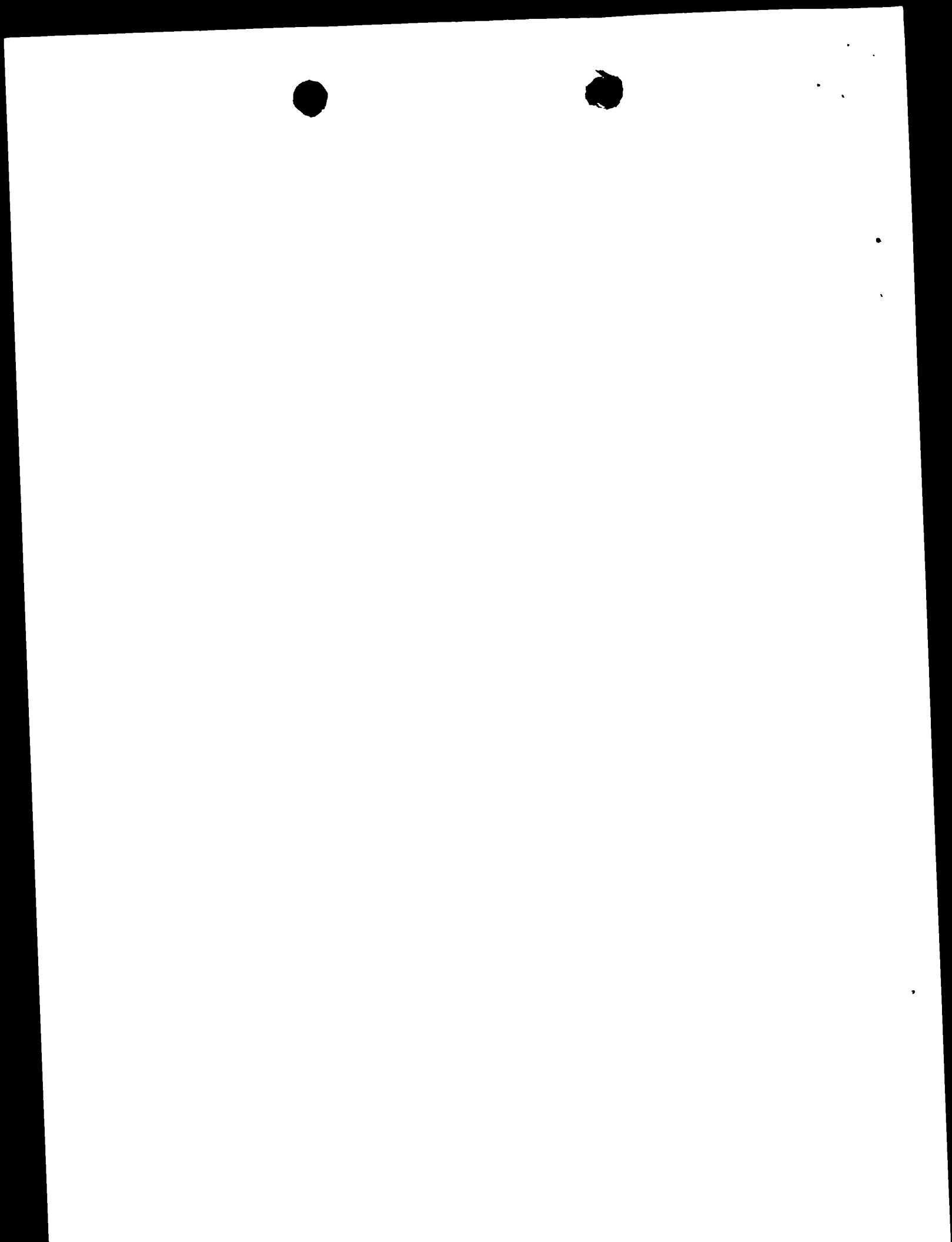


図4





4/5

図5

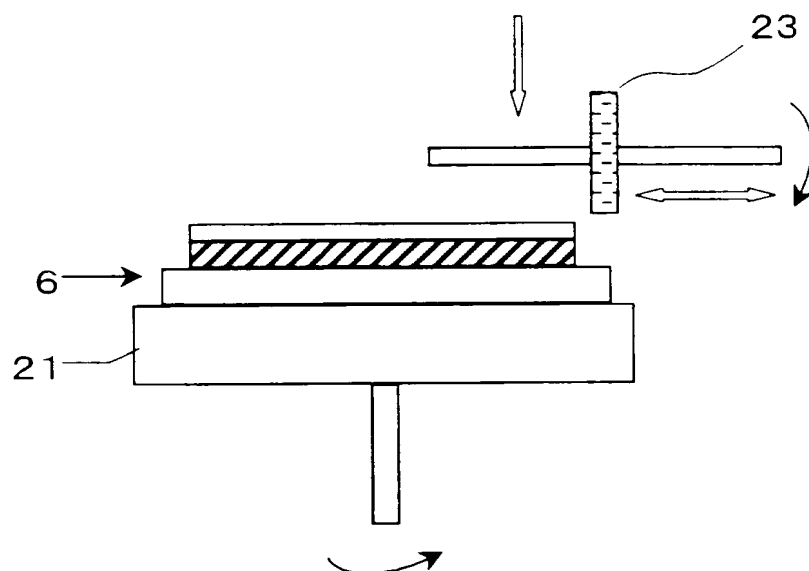
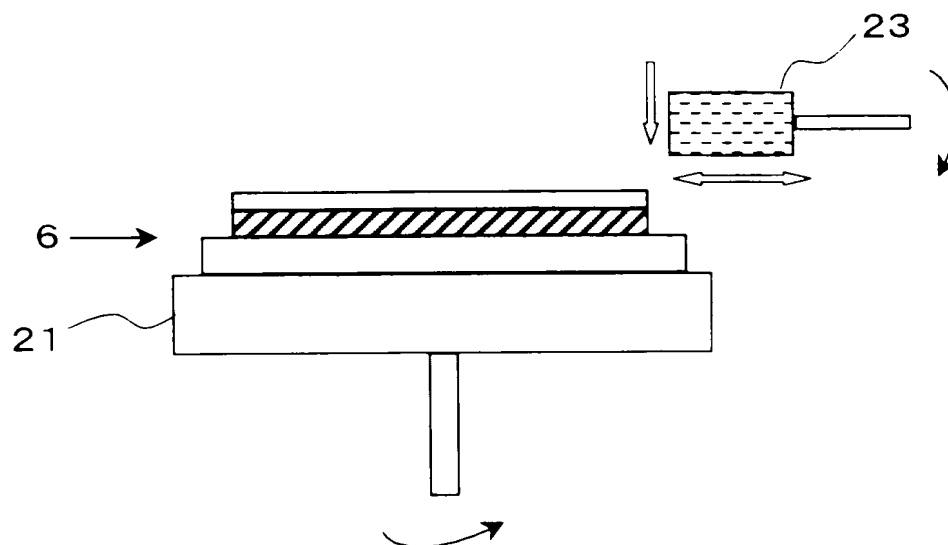
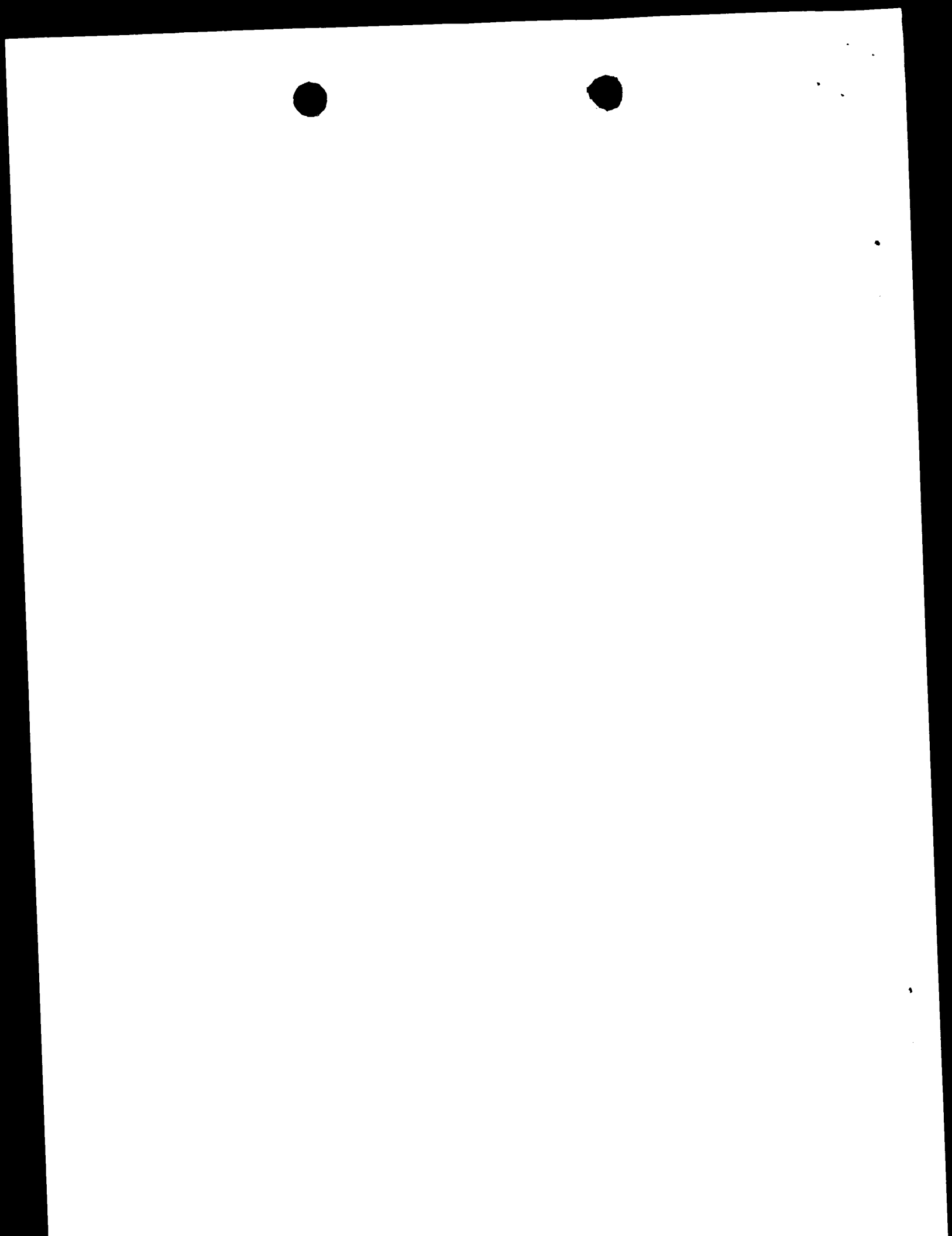


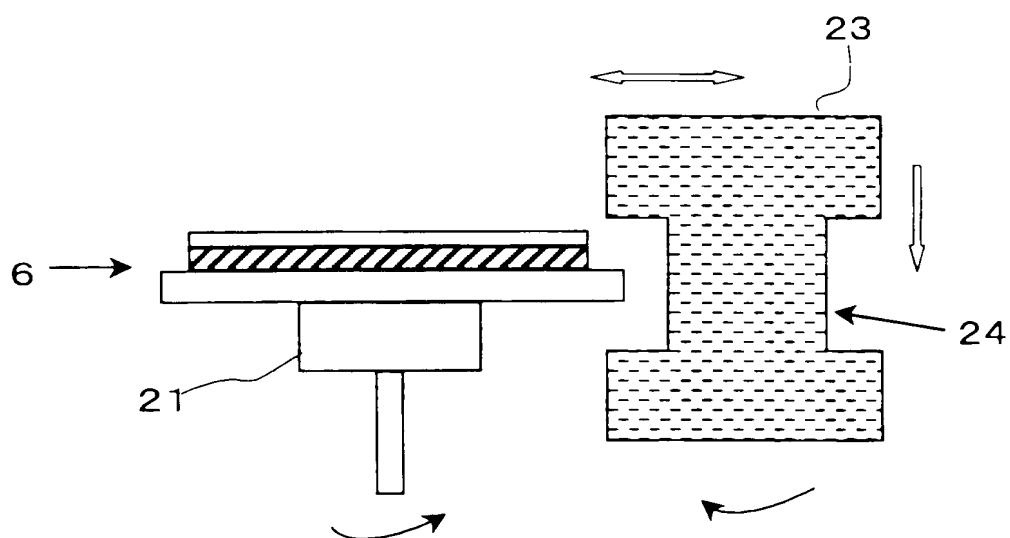
図6





5/5

図 7



PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION) - printed on 07.06.2001 04:11:27 PM

0	For receiving Office use only	
0-1	International Application No.	
0-2	International Filing Date	
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	
0-4	Form - PCT/RO/101 PCT Request	
0-4-1	Prepared using	PCT-EASY Version 2.91 (updated 01.01.2001)
0-5	Petition The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	Receiving Office (specified by the applicant)	Japanese Patent Office (RO/JP)
0-7	Applicant's or agent's file reference	99 00044WO
I	Title of invention	METHOD FOR PRODUCING BONDING WAFER AND BONDING WAFER
II	Applicant	
II-1	This person is:	applicant only
II-2	Applicant for	all designated States except US
II-4	Name	Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.
II-5	Address:	4-2, Marunouchi 1-chome Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005 Japan
II-6	State of nationality	JP
II-7	State of residence	JP
II-8	Telephone No.	03-3214-1831
II-9	Facsimile No.	03-3215-9040
III-1	Applicant and/or inventor	
III-1-1	This person is:	applicant and inventor
III-1-2	Applicant for	US only
III-1-4	Name (LAST, First)	NAKANO, Masatake
III-1-5	Address:	c/o Isobe R&D Center, Shin-Etsu Handotai Co., Ltd. 13-1, Isobe 2-chome Annaka-shi, Gunma 379-0196 Japan
III-1-6	State of nationality	JP
III-1-7	State of residence	JP



PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION) - printed on 07.06.2001 04:11:27 PM

III-2	Applicant and/or inventor	
III-2-1	This person is:	applicant and inventor
III-2-2	Applicant for	US only
III-2-4	Name (LAST, First)	MITANI, Kiyoshi
III-2-5	Address:	c/o Isobe R&D Center, Shin-Etsu Handotai Co., Ltd. 13-1, Isobe 2-chome Annaka-shi, Gunma 379-0196 Japan
III-2-6	State of nationality	JP
III-2-7	State of residence	JP
III-3	Applicant and/or inventor	
III-3-1	This person is:	applicant and inventor
III-3-2	Applicant for	US only
III-3-4	Name (LAST, First)	TOMIZAWA, Shinichi
III-3-5	Address:	c/o Isobe R&D Center, Shin-Etsu Handotai Co., Ltd. 13-1, Isobe 2-chome Annaka-shi, Gunma 379-0196 Japan
III-3-6	State of nationality	JP
III-3-7	State of residence	JP
IV-1	Agent or common representative; or address for correspondence The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	agent
IV-1-1	Name (LAST, First)	YOSHIMIYA, Mikio
IV-1-2	Address:	Uenosansei Bldg. 4F, 6-4, Motoasakusa 2-chome, Taito-ku, Tokyo 111-0041 Japan
IV-1-3	Telephone No.	03-3844-4501
IV-1-4	Facsimile No.	03-3844-4505
IV-1-5	e-mail	jdw07652@nifty.ne.jp
V	Designation of States	
V-1	Regional Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT (except TR)
V-2	National Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	JP KR US



PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION) - printed on 07.06.2001 04:11:27 PM

V-5	Precautionary Designation Statement In addition to the designations made under items V-1, V-2 and V-3, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) of the State(s) indicated under item V-6 below. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit.	
V-6	Exclusion(s) from precautionary designations	NONE
VI-1	Priority claim of earlier national application	
VI-1-1	Filing date	14 October 1999 (14.10.1999)
VI-1-2	Number	11-292130
VI-1-3	Country	JP
VI-2	Priority document request The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s):	VI-1
VII-1	International Searching Authority Chosen	Japanese Patent Office (JPO) (ISA/JP)
VIII	Check list	number of sheets electronic file(s) attached
VIII-1	Request	5 -
VIII-2	Description	15 -
VIII-3	Claims	2 -
VIII-4	Abstract	1 -
VIII-5	Drawings	5 -
VIII-7	TOTAL	28
	Accompanying items	paper document(s) attached electronic file(s) attached
VIII-8	Fee calculation sheet	✓ -
VIII-16	PCT-EASY diskette	- diskette
VIII-18	Figure of the drawings which should accompany the abstract	<no.>
VIII-19	Language of filing of the international application	Japanese
IX	Signature of applicant or agent	
IX-1	Name (LAST, First)	
IX-2	Capacity	

FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	
------	--	--



PCT REQUEST

99 00044WO

Original (for **SUBMISSION**) - printed on 07.06.2001 04:11:27 PM

10-2	Drawings:	
10-2-1	Received	
10-2-2	Not received	
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application	
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)	
10-5	International Searching Authority	ISA/JP
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	
------	--	--



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/06795

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L27/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/02, H01L21/20, H01L21/304, H01L21/306,
H01L21/3063, H01L21/308, H01L21/465-21/467,
H01L21/76, H01L27/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Kiyoshi Mitani, "Smart Cut(R) SOI Gijutsu no Shinchoku To Doukou", Cho LSI Ultra Clean Technology Symposium, Vol.33 (Japan), UCS Handotai Kiban Gijutsu Kenkyukai, (27.05.99), pp.119-126	1-9
Y	US, 5863829, A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 26 January, 1999 (26.01.99), Full text; Figs. 1 to 2 & JP, 9-64321, A, Full text; Figs. 1 to 2 & TW, 297913, A	1-9
Y	JP, 10-270298, A (Mitsubishi Materials Silicon Corp.), 09 October, 1998 (09.10.98), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-4,6,8,9
Y	JP, 3-87012, A (Fujitsu Limited), 11 April, 1991 (11.04.91), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1,2,5,8,9
Y	JP, 8-97111, A (Kyushu Komatsu Denshi K.K.), 12 April, 1996 (12.04.96), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1,2,7,8,9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 December, 2000 (18.12.00)

Date of mailing of the international search report
26 December, 2000 (26.12.00)

Name and mailing address of the ISA
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 99 00044WO	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/06795	国際出願日 (日.月.年) 29.09.00	優先日 (日.月.年) 14.10.99
出願人(氏名又は名称) 信越半導体株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

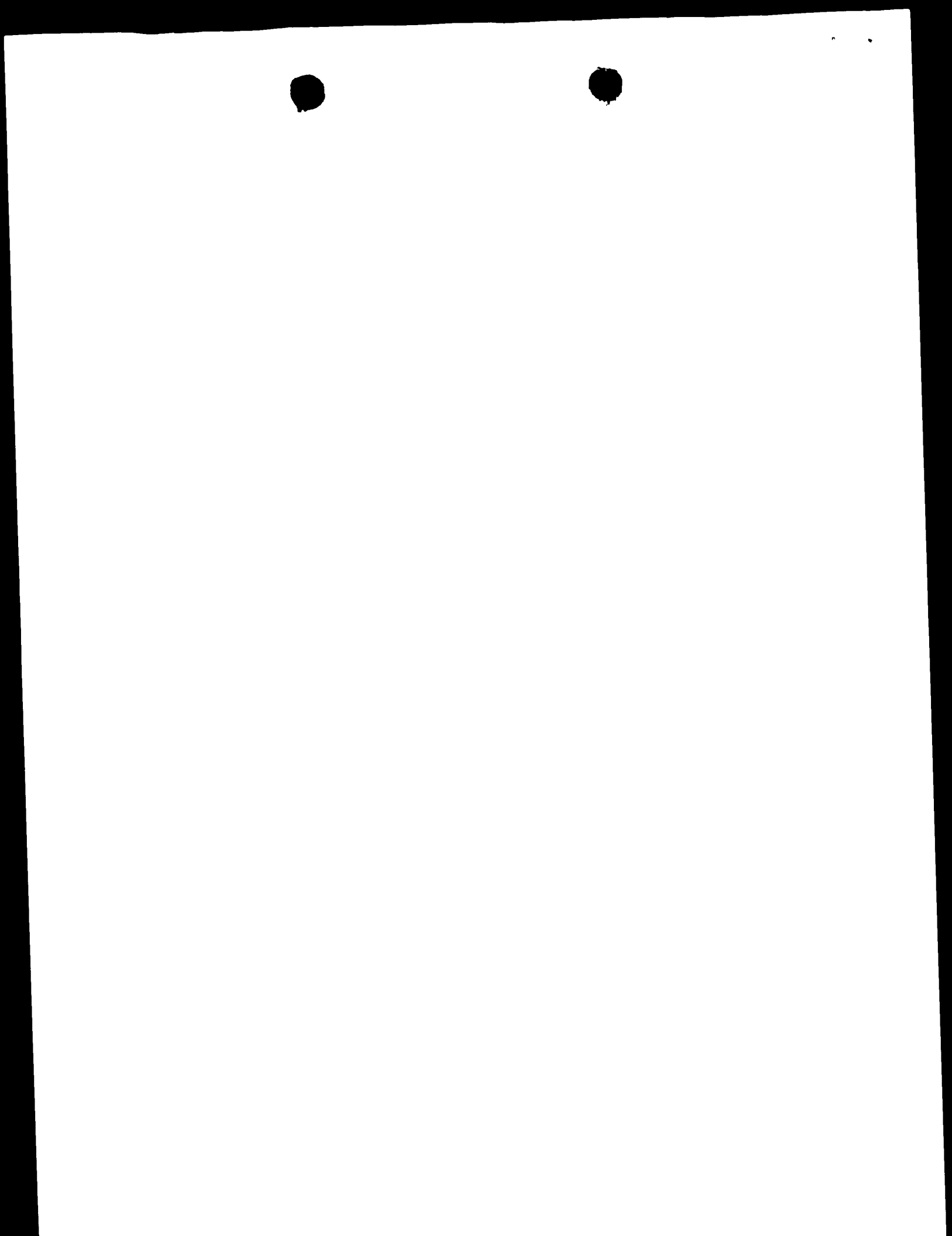
6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☒ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/02, H01L21/20, H01L21/304, H01L21/306,
H01L21/3063, H01L21/308, H01L21/465-21/467,
H01L21/76, H01L27/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	三谷清, "Smart Cut (R) SOI 技術の進捗と動向" 超LSI ウルトラクリーンテクノロジーシンポジウム Vol. 33 (日), UCS 半導体基盤技術研究会, (27.05.99) 第119-126頁	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.12.00

国際調査報告の発送日

26.12.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

土屋 知久



4L

9835

電話番号 03-3581-1101 内線 3496



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US, 5863829, A (K o m a t s u E l e c t r o n i c M e t a l s C o. , L t d.) 26. 1月. 1999 (26. 01. 99) 全文, 第1-2図 & JP, 9-64321, A 全文, 第1-2図 & TW, 297913, A	1-9
Y	JP, 10-270298, A (三菱マテリアルシリコン株式会社) 9. 10月. 1998 (09. 10. 98) 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-4, 6, 8, 9
Y	JP, 3-87012, A (富士通株式会社) 11. 4月. 1991 (11. 04. 91) 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 8, 9
Y	JP, 8-97111, A (九州コマツ電子株式会社) 12. 4月. 1996 (12. 04. 96) 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1, 2, 7, 8, 9

